

아조벤젠 유기단분자의 광제어에 관한 연구

A Study on the Light Control of Azobenzene Organic Monolayers

김성진*
정현상
이경섭

동신대학교 대학원 전기전자공학과
조선대학교 공과대학 전기공학과
동신대학교 공과대학 전기전자공학과

Sung-Jin Kim*
Hun-Sang Chung
Kyung-Sup Lee

Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ. grad.
Dept. of Electrical Eng. Chosun Univ.
Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ.

Abstract

Displacement current was generated in the light stimulus. Solution of azobenzene molecules (8A5H) have to character trans-to-cis.

The Maxwell displacement current measuring technique has been applied for the investigation of azobenzene organic thin films under alternating photoirradiation with ultraviolet(λ_1) and visible(λ_2) light. also, As laser beam(630~670nm) investigate light response.

As result, ultraviolet(λ_1) and visible(λ_2) light see photoisomerization response, but laser beam not appear photoisomerization in current that differ wave range reagent.

Key Words(중요용어) : Displacement Current(변위전류) , Photoirradiation(광조사) , Light stimulus(광자격) Photoisomerization(광이성화)

I. 서 론

최근 전기전자 산업은 반도체 소자를 중심으로 고 집적화, 고효율화, 극미세화, 초박막화를 목표로 연구 개발이 진행되어지고 있다. 이에 유기재료를 이용한 전기·전자 소자에의 응용은 이용 방법에 따라 다양한 전기적 특성을 얻을 수 있다는 점에서 주목 받고 있다. [1~3]

유기재료를 이용한 분자소자는 제작조건이 경제적 이고 단순하다는 것파 수 Å에서 수십 Å의 두께로 제작이 가능하며 분자들을 규칙적으로 배열,배향 할 수 있고 전기신호 및 광신호 등의 신호전달이 분자 수준의 미세한 구조 속에서 더욱 빨라질 수 있는 등 여러 가지 장점들 때문에 유기 재료를 이용한 분자 소자 제작에 대한 연구가 주목받고 있다. [4~7]

따라서 본 연구는 유기단분자의 광소자에의 응용

이라는 관점에서 광이성화 특성을 갖는 아조벤젠 유기단분자를 제작하여 광을 외부자격으로 인가시켰을 때 그에 따른 변위전류를 검출하여 비교해 보았다.

II. 실험

그림 1은 본 실험에 사용된 시료의 분자구조이다. 분자는 trans-cis 광 이성화 반응구조인 4-octyl-4'-(5-carboxyl-pentamethyleneoxy)-azobenzene (8A5H)이며 광자격에 의해서 아조기 부분이 trans-cis로 분자가 활발히 반응할 수 있는 조건을 갖추고 있다.

이 분자는 C₈H₁₇의 소수기와 C₅H₁₀COOH의 친수기를 갖는 양친매성 물질로 구성되어 있으며, N = N의 아조기를 가지고 있고, 클로로포름을 용매로 사용하여 0.6 mmol/l 의 농도로 조성하였다.

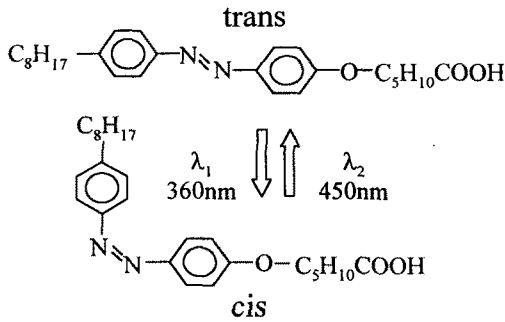


그림 1. 8A5H 분자구조
Fig. 1. Molecule structures of 8A5H

그림 2는 본 실험에 사용한 측정장치이다. 상부전극과 하부전극은 각각 1[cm]의 투명 ITO glass를 이용하였다. 상부전극과 단분자막과의 간격은 LCZ meter를 이용하여 1[mm]로 조정하였다. 광자격은 유기단분자 막의 광원인 X-non램프에 λ_1 (360nm)과 λ_2 (450nm)의 파장을 갖는 필터를 이용하여 광을 조사하였으며 또 다른 광원으로는 레이저빔을 사용하였다.

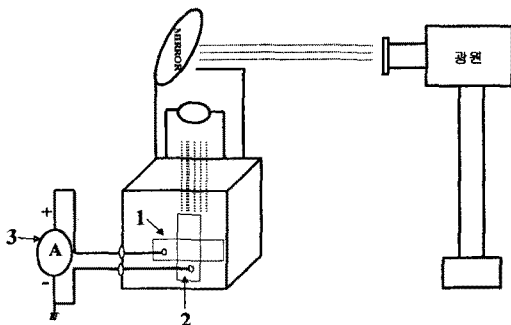


그림 2. 실험 장치
Fig. 2. Exerperimental apparatus
1: 전극 1(상부전극), 2: 전극 2(하부전극)
3: 전류계

III. 결과 및 고찰

그림 3은 8A5H 단분자막의 제막조건에 따른 표면압의 π -A를 측정된 결과이다.

그림에서 15~29[mN/m] 사이에 고체막이 형성하는 것으로 판단되어져 22[mN/m]를 제막조건으로 결정하였으며 결정된 제막조건에 의해 누적막을 형성하였다.

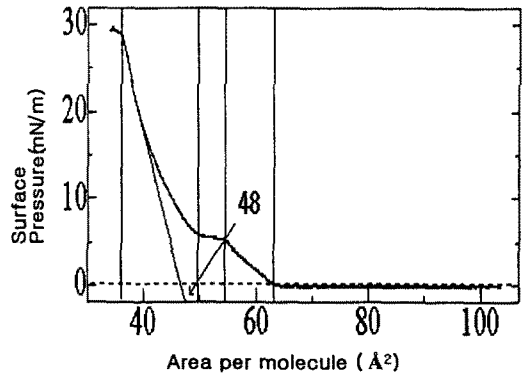


그림 3. 8A5H의 π -A 곡선
Fig. 3. π -A isotherm of 8A5H

그림 4는 본 실험에 사용된 8A5H 시료의 흡수율 측정 결과이다.

시료의 광이성화 반응은 230~550[nm]의 범위에서 나타남을 알 수 있었다. 또한 trans-cis의 광이성화 성질을 갖는 8A5H의 200~800[nm]까지의 대역 중 340[nm]에서 흡수율의 최대값이 나타남을 관측할 수 있었다.

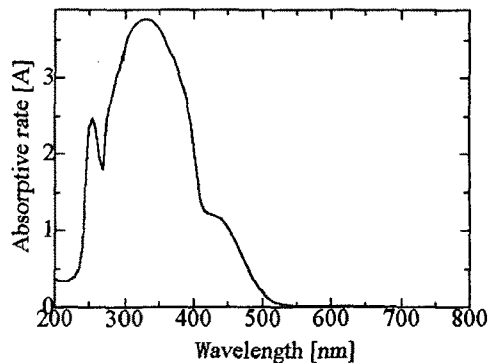


그림 4. 8A5H의 흡수율
Fig 4. Absorptive rate of 8A5H

그림 5는 8A5H 유기단분자에 레이저빔을 인가시켰을 때 나타낸 변위전류의 반응 결과이다.

레이저빔을 인가시켰을 때는 자외광과 가시광을 인가시킬 때와는 달리 변위전류의 반응이 나타나지 않음을 알 수 있었다. 이는 레이저빔의 파장 범위가 (630~670nm)가 광 반응 대역보다 훨씬 더 파장대역이 크기 때문이라 생각되며, 자외광과 가시광은 빛의 굴절에 있어서 직경면적이 넓어 광이성화가 잘 일어나지만 레이저빔은 직경 폭이 매우 좁은 평행광선이기 때문이라고도 생각된다.

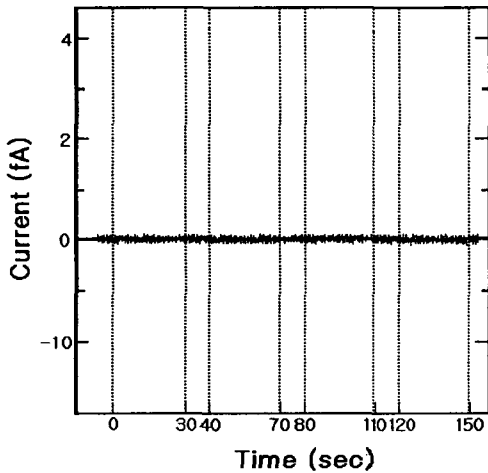


그림 5. 레이저빔의 광조사
Fig. 5. Photoirradiation of laser beam

그림 6은 기판에 누적시킨 8A5H 유기단분자막의 trans-cis, cis-trans의 반응 결과이다.

자외광(λ_1)을 조사시에는 trans에서 cis로, 가시광(λ_2)을 조사시에는 cis에서 trans로 분자의 광이성화에 따라 발생된 변위전류로서 8A5H 유기단분자가 자외광과 가시광 영역의 파장대역에서 명확히 광이성화 반응이 잘 이루어진다는 것을 알 수 있었다.

또, 기판에 누적된 분자의 반응 상태로 보아 고체 기판중의 분자 단위의 광전 특성을 변위전류로 검출할 수 있다는 가능성도 알 수 있었다.

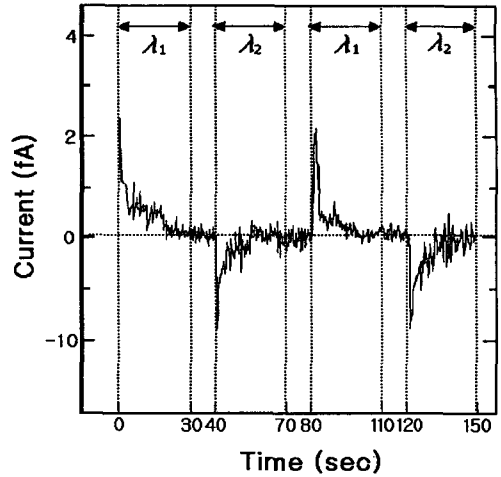


그림 6. LB박막의 광조사
Fig. 6. Photoirradiation of LB thin films

IV. 결 론

본 연구에서는 8A5H 유기단분자막에 제막을 하여 광자격에 따른 변위전류를 검출하여 자외광과 가시광의 파장대역과는 다른 레이저빔의 파장을 측정하여 비교 검출하였다.

1. 제막된 유기박막에 광자격을 인가시켰을 때 이에 따른 변위전류를 검출할 수 있었다.
2. 자외광과 가시광은 광이성화 반응을 보였지만 레이저빔은 본 시료의 반응 파장대역과 다르므로 전류의 광이성화 반응이 나타나지 않음을 알 수 있었다.
3. 자외광은 전류의 피크치가 positive로 약 2.2 (fA)로 나타났으며, 가시광은 전류의 피크치가 negative로 약 9(fA)로 나타남을 알 수 있었다.

V. 참고문헌

1. Mitsumasa Iwamoto and Koji Ohnishi, "Investigation of the photoresponse of lipid monolayers", J. Appl Phys., Vol. 76, No. 12, pp. 8121-8128, 15 December 1994
2. Mitsumasa Iwamoto, Koji Ohnishi and Xiaobin Xu, "Detection of Molecular Switching in Single Monolayers by Maxwell-displacement-current

- measuring technique", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 34 pp.1 3814-3819 Part 1, No. 7B, July 1995
3. 이경섭, 권영수의 3인 "광이성 유기막의 배향특성에 관한 연구", 한국전기전자재료학회, 춘계학술대회 논문집, pp248~250, 1996
 4. Tomoo Sato, Masato Kijima, Yoshihiro Shiga, and Yoshiro Yonezawa, "Photochemically Controlled Ion Permeability of Liposomal Membranes Containing Amphiphilic Azobenzene", Langmuir, pp. 2330-2335, 1991, 7,
 5. Takeshi Sawai, Junzo Umemura, and Tohru Takenaka, "UV Absorption Spectra of Azobenzene-Containing Long-Chain Fatty Acids and Their Barium Salts in Spread Monolayers and Langmuir-Blodgett Films", Langmuir, pp. 1378-1383, 1989, 5,
 6. David L. Beveridge and H·H·Jaffe "The Electronic Structure and Spectra of cis-and-trans-Azobenzene" Journal of the American Chemical Society, pp.1948-1953, May 5, 1996,
 7. Y. Majima, Y. Kanai, M. Iwamoto, "Maxwell Displacement-Current Generation due to Trans-Cis Photoisomerization in Monolayer Langmuir-Blodgett Films", JPN. J. Appl. Phys., 72, pp.1637~1641, 1992